

# AGF

BERICHTE

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ

Untersuchung des Einflusses der Versuchsbedingungen  
auf die Scheuerbeständigkeit von Feuerwehrschläuchen.

# 15

ARBEITSGEMEINSCHAFT DER LANDESDIENSTSTELLEN  
FÜR FEUERSCHUTZ IN DEN BUNDESLÄNDERN (AGF)

ARBEITSGEMEINSCHAFT FEUERSCHUTZ

AGF

Forschungsbericht Nr. 15

"Untersuchung des Einflusses der Versuchsbedingungen auf  
die Scheuerbeständigkeit von Feuerwehrschräuchen"

von

Dipl.-Ing. H.G. Werthenbach

Forschungsstelle für Brandschutztechnik  
an der Universität Karlsruhe (TH)

Karlsruhe

März 1970

FA.Nr. 31 (3/67)

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. EINFLUSSGRÖSSEN UND MESSGRÖSSEN BEIM SCHEUERN	2
3. AUSLEGUNG DER VERSUCHSEINRICHTUNG	4
3.1. Innendruck im Schlauch	4
3.2. Scheuermittel	4
3.3. Relativbewegung zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe	5
3.4. Andruck des Scheuermittels	6
3.5. Faserstaubentfernung	7
3.6. Scheuerung im trockenen oder nassen Zustand	7
3.7. Wahl der Kenngrößen für die Bestimmung der Scheuerbeständigkeit	7
4. AUFBAU DER VERSUCHSMASCHINE	8
5. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	9
5.1. Druck in der Schlauchprobe	10
5.2. Scheuermittel	10
5.3. Relativgeschwindigkeit zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe	11
5.4. Andruck zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe	12
5.5. Faserstaubentfernung	12

	Seite
5.6. Trockener oder nasser Zustand der Probe	12
5.7. Prüfklima	12
5.8. Ermittelte Meßgröße	12
6. UNTERSUCHTE SCHLAUCHMUSTER	13
7. MESSERGEBNISSE	13
7.1. Reproduzierbarkeit der Versuche	13
7.2. Meßwerte	14
8. FOLGERUNGEN AUS DEN VERSUCHEN	14
8.1. Abhängigkeit von der Scheuergeschwindigkeit	14
8.2. Abhängigkeit von den anderen Versuchs- bedingungen	14
9. ZUSAMMENFASSUNG	15
10. LITERATURVERZEICHNIS	17
11. TABELLEN	19
12. BILDER	27
13. ANHANG	29

## 1. EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Die Widerstandsfähigkeit gegen Scheuern gehört zu den wesentlichen Eigenschaften eines Druckschlauches nach DIN 14 811/1 [1].

Eine Prüfung im praktischen Einsatz unter festgelegten Prüfbedingungen würde - selbst wenn sie durchführbar wäre - einen außerordentlichen Zeitaufwand erfordern. Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, eine praxisnahe Beanspruchung in Laborversuchen zu simulieren [2]. Diese Bemühungen führten inzwischen zu dem Entwurf DIN 14 811/3 [3].

Nun sind die in der Praxis auftretenden Scheuerbeanspruchungen äußerst komplex. Dies führte bei den bisher entwickelten Scheuermaschinen zu unterschiedlichen Scheuerbedingungen, die größtenteils frei gewählt wurden.

In Zukunft soll die Scheuerprüfung aber mit über das Bestehen der Typprüfung und damit über die Zulassung eines Druckschlauches entscheiden. Daher muß sichergestellt sein, daß unter den gewählten Versuchsbedingungen wenigstens der Rangordnung nach praxisgerechte Ergebnisse erwartet werden können.

Das einfachste Verfahren wäre ein Vergleich mit anerkannten Werten für die Scheuerbeständigkeit der Schläuche in der Praxis. Solche Werte, die den Bedingungen eines Prüfverfahrens genügen, sind bisher nicht bekannt geworden.

Unter diesen Gesichtspunkten bleibt für die Scheuerprüfung die Forderung bestehen, daß die Versuchsergebnisse nicht völlig von der Wahl der Versuchsbedingungen abhängen sollten. Das heißt, es ist zu prüfen, ob die Scheuerbedingungen in gewissen, praxisnahen Grenzen frei gewählt werden können, ohne jeweils das Ergebnis der Prüfung zu beeinflussen. Versuche, die bestätigen, daß eine freie Wahl der Einflußgrößen in bestimmten Grenzen zugelassen werden kann, sind ebenfalls nicht bekannt.

Ziel dieser Arbeit ist daher die Untersuchung der Scheuerbestän-

digkeit von Druckschläuchen unter variierten Versuchsbedingungen, um eine Aussage über den Einfluß dieser Bedingungen auf die Versuchswerte zu gewinnen.

## 2. EINFLUSSGRÖSSEN UND MESSGRÖSSEN BEIM SCHEUERN

Die Beanspruchungsart und die Beanspruchungsbedingungen, denen ein textiles Flächengebilde beim Scheuern unterworfen sein kann, sind außerordentlich verschiedenartig. Je nach Zielsetzung des Verfahrens wurden daher verschiedene Prüfgeräte entwickelt. Ebenfalls zahlreich sind die Meßwerte, mit denen der Verschleiß bei der Scheuerung erfaßt werden kann [4].

Für das Scheuern von Druckschläuchen hat sich aber inzwischen eine einheitliche, als praxisgerecht empfundene Beanspruchungsart herausgebildet. Dabei wird zwischen einem Scheuermittel mit ebener Angriffsfläche und einer unter Druck stehenden Schlauchprobe eine Relativbewegung erzeugt. Während der Bewegung wird zwischen beiden eine Anpreßkraft aufgebracht. Die Relativbewegung weist eine Komponente in Richtung der Schlauchachse und eine quer dazu auf. Diese Scheuerung wird auf einer festgelegten Schlauchlänge solange fortgesetzt, bis ein bestimmter Zahlenwert einer vereinbarten Meßgröße erreicht ist.

Folgende Einflußgrößen treten bei dieser Beanspruchungsart auf und sind möglichst praxisgerecht zu wählen:

1. Druck in der Schlauchprobe
2. Art des Scheuermittels
3. Relativgeschwindigkeit nach Größe und Richtung zwischen Scheuermittel und Probe

4. Andruck des Scheuermittels
5. Faserstaubentfernung
6. Scheuerung im trockenen oder massen Zustand der Probe
7. Klimaeinflüsse.

Die zahlenmäßige Erfassung des Scheuerverschleißes kann durch mehrere Meßgrößen erfolgen:

1. Es wird bis zum Platzen des Schlauches gescheuert. Die Meßgröße kann hierbei zum Beispiel die Zahl der Hübe des Schlauches bzw. des Scheuermittels, die Zahl der Umdrehungen des Schlauches oder die Zeitdauer des Scheuerns sein.
2. Nach einer bestimmten Scheuerbeanspruchung, die wie in 1. bestimmt werden kann, wird der Scheuerversuch abgebrochen. Die Probe wird dann einer Druckprüfung bis zum Zerplatzen der Schlauchprobe unterzogen.
3. Scheuerung wie bei 2.; die Probe wird einer Gebrauchsdruckprüfung unterzogen.

Die Kennwerte nach 1. und 2. sind vergleichbar, wenn der auf einen bestimmten Weg zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe bezogene Scheuerverschleiß während des gesamten Scheuerns konstant ist. Beide Verfahren gestatten eine qualitative Einordnung der Proben und lassen den Zusammenhang zwischen Scheuerbeanspruchung und Scheuerverschleiß erkennen.

Der Kennwert nach 3. liefert dagegen ein eingeschränkteres Ergebnis, da lediglich eine Ja-Nein-Aussage erhalten wird.

### 3. AUSLEGUNG DER VERSUCHSEINRICHTUNG

Die bisher bekannten Scheuermaschinen sind durchweg für bestimmte Versuchsbedingungen gebaut worden. Eine Variation der in Abschnitt 2 genannten Einflußgrößen mit einer der Praxis entsprechenden Bandbreite ist mit diesen Maschinen nicht möglich. Aus diesem Grunde war der Bau einer neuen Maschine notwendig, die diesen Anforderungen entspricht.

Unter der Voraussetzung, daß sich innerhalb der Variationsbreite der einzelnen Einstellungen die praxisnahe Beanspruchung befinden soll, ist die Maschine nach folgenden Gesichtspunkten ausgelegt worden:

#### 3.1. Innendruck im Schlauch

Der Innendruck in der Schlauchprobe soll während des Scheuerversuches bis zu 12 atü eingestellt werden können.

#### 3.2. Scheuermittel

Das Scheuermittel muß folgende Forderungen erfüllen:

Seine Eigenschaften müssen definierbar und reproduzierbar sowie über den gesamten Versuch hinweg konstant sein.

Die Konstanz der Scheuereigenschaften des Scheuermittels stellte in der Vergangenheit die Hauptschwierigkeit bei der Entwicklung der Scheuerprüfung dar. Die Einführung eines bewegten Scheuerbandes [2] brachte inzwischen eine befriedigende Lösung. Eine Verbindung mit der Praxis läßt sich für dieses Scheuermittel mit der Wahl einer geeigneten Angriffsschärfe (Körnung) herstellen.

Über die Reproduzierbarkeit der Scheuereigenschaften sei hier



nur kurz angemerkt, daß sie sich nicht automatisch mit der Wahl eines bestimmten Schmirgelbandes ergibt. Das zeigen beispielsweise die Vorschriften über die laufende Überprüfung der Angriffsschärfe der verwendeten Schmirgel bei Scheuerversuchen in anderen Fachgebieten [5, 6] und die der Forschungsstelle für Brandschutztechnik von dem Hersteller des Schmirgelbandes und dem Fachnormenausschuß Materialprüfung zugegangenen Angaben zu diesem Punkt [7, 8].

Der Forderung nach einer Reproduzierbarkeit der Scheuereigenschaften ist besonders dann Gewicht beizumessen, wenn von den Versuchen die Zulassung der Druckschläuche abhängt.

Für die vorliegende Arbeit spielt diese Frage eine untergeordnete Rolle, da sämtliche Schmirgelbänder als Sonderanfertigung aus einer Fertigungsserie bezogen wurden.

Die Maschine ist so auszulegen, daß Schmirgelbänder mit einer Breite von 20 bis 150 mm verwendet werden können.

### 3.3. Relativbewegung zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe

Die Variation der Längs- und Quergeschwindigkeit zwischen Scheuerband und Schlauchprobe soll jeweils im Verhältnis 1 zu 20, unterteilt in je 9 Stufen, möglich sein. Beide Bewegungen werden so miteinander gekoppelt, daß bei einer Veränderung der Geschwindigkeiten das Verhältnis von Längs- zu Quergeschwindigkeit erhalten bleibt.

Für den Bereich der Längsbewegung mit gleichförmiger Geschwindigkeit kann diese zwischen 5,4 m/min und 113,3 m/min eingestellt werden.

Längs- und Querbewegung sind so zu verbinden, daß bei einer

bestimmten Länge des von dem Scheuermittel in Richtung der Schlauchlängsachse zurückgelegten Weges, der zwischen 0,24 bis 5,0 m variiert werden kann, eine Drehung des Schlauches erfolgt.

Für einen Druckschlauch der Größe C 52 (mit etwa 60 mm Außendurchmesser unter 8 atü Innendruck) folgt daraus eine Quergeschwindigkeit von  $\overset{0}{\approx}$  2 bis 88,8 m/min.

Zusätzlich zu dieser Hauptbewegung ist das Scheuerband an den jeweiligen Umkehrpunkten der Längsbewegung noch um einen kleinen Betrag quer zur Schlauchachse weiterzubewegen. Dieser Vorschub des Scheuerbandes kann auf maximal 10 mm eingestellt werden.

Eine kontinuierliche Querbewegung des Scheuerbandes wäre an die jeweils eingestellte Hauptgeschwindigkeit anzupassen und würde daher einen bedeutend größeren Aufwand bedingen.

#### 3.4. Andruck des Scheuermittels

Ein wassergefülltes Schlauchstück der Größe C 52 von 100 mm Länge wiegt etwa 300 p. Mit dieser Kraft wird es in der Praxis auf eine Unterlage drücken.

Scheuerversuche werden aber mit zum Teil erheblich höheren Anpreßkräften durchgeführt. Nach DIN 14 811/3 [3] wird das 50 mm breite Scheuerband mit 12 kp an den Schlauch gepreßt. Das ist ein Verhältnis von 80:1 zwischen Versuch und Praxis.

Die Maschine ist daher so auszulegen, daß Anpreßkräfte in dieser Größenordnung, d.h. bis zu 30 kp, eingestellt werden können.

Die minimale Anpreßkraft ist durch die Reibung in der Lagerung

des Scheuerbandträgers und die von den Zuführungen (Schläuche, Kabel) des Bandantriebes übertragenen Kräfte begrenzt.

Bezogen auf die Berührungsstelle zwischen Schlauchprobe und Scheuermittel beträgt die Summe dieser Kräfte 30 p, wie Messungen an der fertiggestellten Maschine ergaben.

### 3.5. Faserstaubentfernung

Die Faserstaubentfernung hat einen wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis der Scheuerversuche. Definierte Bedingungen erhält man nur bei einer völligen Entfernung des Faserstaubes. Dies dürfte auch den Bedingungen in der Praxis entsprechen, da sich dort die Scheuerbeanspruchung auf einen längeren Zeitraum erstreckt, wobei ein Anhaften einer größeren Menge Faserstaub am Schlauch ausgeschlossen werden kann.

### 3.6. Scheuerung im trockenen oder nassen Zustand

Die Scheuerung im trockenen oder nassen Zustand der Probe verändert die Werte der Meßgrößen erheblich. Dabei ist noch offen, ob die Rangfolge der Schläuche unter beiden Bedingungen erhalten bleibt. In der Praxis werden Scheuerungen im nassen wie im trockenen Zustand vorkommen. Mit der Maschine sollen daher Scheuerversuche sowohl im trockenen wie im nassen Zustand der Schlauchprobe möglich sein.

### 3.7. Wahl der Kenngrößen für die Bestimmung der Scheuerbeständigkeit

Zur Beurteilung der Scheuerbeständigkeit, nach sämtlichen in Abschnitt 2 genannten Kenngrößen, werden getrennte Zählwerke vorgesehen, die die Bewegung zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe nach Zahl der Doppelhübe und der Schlauchumdrehungen erfassen. Weiter kann die Versuchszeit in Sekunden

registriert werden. Ein weiteres Zählwerk soll das Stillsetzen der Maschine nach einer vorgegebenen Zahl von Doppelhüben gestatten.

Die Schlauchprobe kann anschließend ausgespannt und einer Zerplatzdruckprüfung unterzogen werden. Sie kann aber auch eingespannt bleiben und mit dem Gebrauchsprüfdruck - 12 atü bei dem Druckschlauch C 52 - zwischen 1 und 10 Minuten lang abgedrückt werden. Wird die Probe dabei nicht zerstört, so läßt sich der Scheuerversuch fortsetzen.

Diese fortwährende Beaufschlagung mit dem Gebrauchsprüfdruck soll erforderlichenfalls nach jedem Doppelhub zwischen Scheuerband und Schlauchprobe möglich sein und automatisch ablaufen.

#### 4. AUFBAU DER VERSUCHSMASCHINE

Bild 1 zeigt eine Prinzipskizze der Versuchsmaschine.

Der Bremsmotor 1 treibt das Getriebe 2 und über dessen Ausgang das Getriebe 3 an. Das Getriebe 2 treibt weiter über zwei Kettenräder 4 die Kette 5 an, die seitlich den Zapfen 6 trägt.

Die Bewegung des Zapfens 6, die zwischen den Achsen der Kettenräder gleichförmig und gradlinig ist, wird mit der Pleuelstange 7 auf den Schlitten 8 übertragen. Dieser wird von zwei Stangen 9 parallel zu dem geraden Teilstück der Kette geführt.

Auf dem Schlitten befinden sich zwei Einspannlager 10, von denen eines der Längsdehnung des Schlauches folgen kann, während das andere die Drehbewegung überträgt und über eine Drehdurchführung 11 das Füllen und Entlüften der Schlauchprobe 12 ermöglicht. Die Drehbewegung der Schlauchprobe erfolgt über die Gelenkwelle 13 von dem Getriebe 3 aus.

Der Scheuerbandträger 14 ist horizontal um die Achse 15 schwenkbar. Die vertikale Stellung der Schlauchprobe wurde gewählt, damit sie vollständig entlüftet werden kann und die Anpreßkraft zwischen Schmirgelband und Schlauchprobe unabhängig von dem Gewicht des Bandträgers mit Schmirgelband und Bandantrieb ist. Die Anpreßkraft wird daher allein durch das Gewicht der Masse 16 über das Seil 17 und die Umlenkrolle 18 erzeugt.

In Höhe des Schmirgelbandes befindet sich die Flachstrahldüse 19, durch die Preßluft auf Schlauch und Schmirgelband geblasen wird, wodurch der Faserstaub entfernt wird.

Bei geöffneter Kupplung 20 kann die Schlauchprobe über den Hilfsmotor 21 frei von der Hubbewegung auf Rundlauf geprüft und die Stellung der Abstützrollen 22 kontrolliert werden.

Der Schaltschrank 23 enthält die notwendigen Bedienungs- und Regelorgane sowie das Feinmeßmanometer 24 und die Zählwerke 25.

Aus Preßluftflaschen wird die Druckluft entnommen, mit der die Schlauchprobe nach dem Füllen mit Wasser beaufschlagt wird.

Sämtliche Einstellungen sind gegen Fehlbedienung verriegelt. Die Maschine setzt sich sowohl beim Platzen der Schlauchprobe als auch, sobald der Innendruck in der Probe für eine gewisse Zeitspanne, die zwischen 3 und 20 Sekunden einstellbar ist, vom Sollwert abweicht, selbsttätig sofort still.

Bild 2 zeigt die Maschine mit geöffnetem Schaltschrank.

## 5. VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Die Variation und Kombination der in Abschnitt 3 genannten

Einstellmöglichkeiten der Maschine sind nahezu unbegrenzt. Es wurde daher eine Auswahl getroffen, die die gewünschte Aussage bei tragbarer Versuchsdauer erwarten ließ (Tabelle 1). Ebenso wurden ausschließlich Druckschläuche der Größe 0 52 verwendet.

Die Kombination der in Tabelle 1 genannten Einstellungen ergibt 48 unterschiedliche Versuchsbedingungen.

Die zahlenmäßige Größe der einzelnen Variablen wurde wie folgt gewählt:

#### 5.1. Druck in der Schlauchprobe

Ein Wert für den Wasserdruck im Schlauch wurde entsprechend der Nennförderhöhe der Feuerlösch-Kreiselpumpen 8/8, 16/8, 32/8 nach DIN 14 420 [9] mit 8 atü gewählt. Dieser Druck wurde bereits bei früheren Versuchen verwendet [2, 10].

Als weiterer Druck wurde 5 atü gewählt. Mit diesem Druck sind ebenfalls frühere Versuche durchgeführt worden [10]. Ferner liegt er der Prüfung der Scheuerbeständigkeit von Druckschläuchen nach DIN 14 811/3 [3] zugrunde.

Beide Drücke wurden mit Regelgeräten konstant gehalten und mit einem Feinmeßmanometer Klasse 0,6 überwacht. Infolge einer geringfügigen Druckabhängigkeit der Regler schwankten diese Drücke zwischen  $5 \pm 0,1$  atü ( $\pm 2\%$ ) und  $8 \pm 0,15$  atü ( $\pm 2\%$ ).

#### 5.2. Scheuermittel

In Anlehnung an DIN 14 811/3 [3] wurden folgende Schmirgelbänder verwendet:

Type KC II - Korundkörper blau

Körnung: 40, 60, 100 (durchschnittliche Korngröße 420  $\mu$ m, 250  $\mu$ m, 149  $\mu$ m).

Breite: 50 mm

Rollenlänge: 50 m

Hersteller: Norddeutsche Schleifmittel-Industrie Christiansen & Co., Hamburg

### 5.3. Relativgeschwindigkeit zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe

Das Scheuermittel führt in Längsrichtung des Schlauches über die Scheuerbreite von 363 mm eine hin- und hergehende Bewegung aus. Dabei dreht sich der Schlauch gleichzeitig um seine Achse. Dadurch wird der Schlauch auf dem Umfang gleichmäßig beansprucht. Durch einen geeigneten Antriebsmechanismus ist die Längsgeschwindigkeit ab einem gewissen Abstand von den Umkehrpunkten gleichförmig.

Vorversuche zeigten, daß die Achse der unter Druck stehenden Schlauchproben leicht gekrümmt bleibt. Hier bringen auch Stützrollen keine Abhilfe, da sie eine Durchbiegung zum Scheuermittel hin nicht verhindern können.

Die Längsgeschwindigkeit wurde daher so gewählt, daß der Bandträger mit dem Schmirgelband der Wölbung des Schlauches ohne wesentliche Beeinflussung der Anpreßkraft folgen konnte.

Die Quergeschwindigkeit wird von dieser Wölbung der Probe nicht beeinflußt. Sie konnte daher im gesamten Einstellbereich frei gewählt werden.

Die gewählten Werte für die Längsgeschwindigkeit im gleichförmigen Bereich und für die Quergeschwindigkeit zeigt Tabelle 2.

Wie Tabelle 2 zeigt, stellt sich durch die Kopplung der Getriebe für die Längs- und Quergeschwindigkeit unabhängig von deren zahlenmäßigem Betrag bei fester Einstellung des Quergetriebes ein konstantes Verhältnis zwischen beiden Geschwindigkeiten ein.

#### 5.4. Andruck zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe

Entsprechend DIN 14 811/3 [3] wurde für die Versuche einmal eine Anpreßkraft von 12 kp zwischen dem 50 mm breiten Schmirgelband und der Schlauchprobe gewählt. Die weitere Anpreßkraft wurde mit 3 kp festgelegt. Das Verhältnis zu der Beanspruchung in der Praxis (Abschnitt 3.4.) beträgt 80:1 bzw. 20:1.

#### 5.5. Faserstaubentfernung

Wie in Abschnitt 3.5. ausgeführt wurde, ist eine völlige Faserstaubentfernung praxisgerecht. Durch kontinuierliches Anblasen mit Preßluft wurde daher der Faserstaub bei den Versuchen entfernt.

#### 5.6. Trockener oder nasser Zustand der Probe

Die Proben wurden im trockenen Zustand abgerieben, da bei der Verwendung des Schmirgelbandes nach DIN 14 811/3 [3] die Scheuerung einer nassen Probe nicht möglich ist. Sowohl für die Grundierleimung wie für die Nachleimung wird Hautleim verwendet; damit ist das Schmirgelband nicht wasserfest.

#### 5.7. Prüfklima

Die Versuche wurden bei Raumtemperatur nach DIN 50 014 [11] durchgeführt. Die Schläuche hatten unter dieser Bedingung mindestens 7 Tage gelagert.

#### 5.8. Ermittelte Meßgröße

Die Schlauchproben wurden jeweils bis zum Platzen gescheuert. Als Meßgröße kann somit die Zahl der Doppelhübe, der Schlauchumdrehungen oder die Scheuerzeit dienen.



## 6. UNTERSUCHTE SCHLAUCHMUSTER

Die Versuche wurden mit 7 verschiedenen Druckschläuchen der Größe C 52 durchgeführt (Tabelle 3). Die Länge der Proben betrug 580 mm.

## 7. MESSERGEBNISSE

### 7.1. Reproduzierbarkeit der Versuche

Aus zeitlichen Gründen wurde für jede Einstellung der Maschine und jedes Schlauchmuster im allgemeinen nur ein Scheuerversuch durchgeführt. Nun ist aus früheren Versuchen [2,10] und Literaturangaben über Scheuerversuche in anderen Fachbereichen [5, 6] bekannt, daß die Ergebnisse von Scheuerversuchen beträchtlich streuen. Es wurden daher Vergleichsversuche durchgeführt, um einen Anhaltswert für die Größe der Fehler zu erhalten. Die Auswertung erfolgte statistisch nach DIN 53 598/1 [12]. Als Ergebnisse sind - ebenfalls nach dieser Norm - angegeben (Tabelle 4):

- a) Alle Einzelwerte  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) in der beobachteten Reihenfolge
- b) Anzahl der Einzelwerte  $n$
- c) Arithmetischer Mittelwert  $\bar{x}$  der Stichprobe
- d) Variationskoeffizient  $v$  der Stichprobe
- e) Relative halbe Weite  $\varepsilon$  des Vertrauensbereiches des Mittelwertes für die statistische Sicherheit  $P = 95 \%$ .

Tabelle 4 entnimmt man, daß für 5 bzw. 4 Versuche und eine statistische Sicherheit von 95 %, die relative halbe Weite des Vertrauensbereiches  $\leq 16 \%$  ist.

## 7.2. Meßwerte

Durch die Kopplung von Längs- und Querbewegung ergibt sich für die Kenngrößen Scheuerdauer, Zahl der Doppelhübe, Zahl der Schlauchumdrehungen je nach Getriebeeinstellung ein fester Zusammenhang (Tabelle 5).

Als Meßgröße für die Scheuerbeständigkeit der untersuchten Schlauchproben ist daher in den Tabellen 6 und 7 die Zahl DH der Doppelhübe bis zum Platzen des Prüflings aufgeführt.

## 8. FOLGERUNGEN AUS DEN VERSUCHEN

### 8.1. Abhängigkeit von der Scheuergeschwindigkeit

Aus Tabelle 2 entnimmt man für die verwendeten Längs- und Quergeschwindigkeiten ein Verhältnis zwischen Maximal- und Minimalwert von 4,7 bzw. 47.

Bei sonst gleichen Einstellbedingungen ergibt sich bei diesen Geschwindigkeiten für alle Schlauchproben ein Meßergebnis, das unabhängig von dem Zahlenwert der Geschwindigkeiten ist, wenn nur deren Verhältnis konstant bleibt.

Dies war bereits von Hinrichs [10] festgestellt worden, allerdings ohne Angaben über die verwendeten Geschwindigkeiten.

### 8.2. Abhängigkeit von den anderen Versuchsbedingungen

Wegen der Unabhängigkeit der Scheuerbeständigkeit von der Scheuergeschwindigkeit bei konstantem Quotienten aus Längs- und Quergeschwindigkeit lassen sich die Meßwerte in Tabelle 6 bzw. in Tabelle 7, d.h. bei einem jeweils konstanten Geschwindigkeitsverhältnis, direkt miteinander vergleichen. Man erkennt, daß sich die geprüften Schlauchmuster bei einem Wechsel der Einstellbedingungen keineswegs einheitlich verhalten.

Im allgemeinen steigt zwar der zahlenmäßige Wert der Meßgröße für die Scheuerbeständigkeit mit einer Verringerung der Anpreßkraft, des Schlauchinnendrucks, des Verhältnisses Quer- zu Längsgeschwindigkeit, der Korngröße des Schmirgelbandes sowie bei einer Beschichtung des Schlauches an. Das Maß der Veränderung ist aber für jedes Schlauchmuster verschieden.

Die Versuche zeigen aber, daß sich keine zwei Einstellungen finden lassen, für die das Verhältnis der Meßwerte der untersuchten Proben gleichbleibt. Im Gegenteil sind sogar Verschiebungen in der Rangfolge der Schlauchproben festzustellen.

Wie leicht einzusehen ist, hängt die Häufigkeit dieser Rangwechsel ganz von der Zahl der Einstellungen der Versuchsbedingungen und der untersuchten Schlauchmuster ab, deren Auswahl hier völlig zufällig erfolgte. Man kann daher unterstellen, daß eine größere Zahl von Einstellungen und Schlauchqualitäten diesen Effekt noch deutlicher herausgestellt hätte.

## 9. ZUSAMMENFASSUNG

Die Zulassung von Druckschläuchen soll in Zukunft unter anderem von dem Bestehen einer Scheuerprüfung abhängen. Damit diese Prüfung nicht Selbstzweck ist, müssen die Meßwerte einen Bezug zur Scheuerbeständigkeit der Schläuche in der Praxis aufweisen.

Nun sind die Scheuerbeanspruchungen in der Praxis sehr komplex, und es ist schwierig, entsprechende Bedingungen für den Laborversuch anzugeben.

Es wurden daher Vergleichsversuche unter stark variierten Versuchsbedingungen an sieben Schlauchmustern vorgenommen.

Innerhalb der Versuchsgrenzen ergibt sich:

1. Bei konstantem Verhältnis von Längs- zu Quergeschwindigkeit zwischen Scheuermittel und Schlauchprobe ist die Scheuerbeständigkeit unabhängig von der Größe der Geschwindigkeiten.
2. Bei einer Veränderung der anderen Versuchsbedingungen zeigt jedes Schlauchmuster ein anderes Verhalten. Bis auf die Scheuergeschwindigkeit ist das Ergebnis der Scheuerversuche damit völlig von der Wahl der zahlenmäßigen Größe der einzelnen Versuchsbedingungen abhängig.

10. LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Druckschläuche. Anforderungen, Prüfungen, Behandlung.  
DIN 14 811/1, Sept. 1968.
- [2] Werthenbach, H.G.:  
Die Scheuerprüfung an Feuerwehrschräuchen.  
Brandschutz 21 (1967), Nr. 3, S. 53-59.
- [3] Druckschläuche. Ermittlung der Scheuerbeständigkeit.  
DIN 14 811/3 (Entwurf), Sept. 1968.
- [4] Prüfung von Textilien. Scheuerprüfung von textilen  
Flächengebilden. Allgemeines.  
DIN 53 863/1, Dez. 1960.
- [5] Prüfung von organischen Fußbodenbelägen. Verschleißprüfung  
(20-Zyklen-Verfahren).  
DIN 51 963, Jan. 1969.
- [6] Prüfung von Kautschuk und Gummi. Verschleißversuch,  
Bestimmung des Abriebs.  
DIN 53 516, Juni 1964.
- [7] Brief vom 25.8.69 der Fa. Norddeutsche Schleifmittel-Industrie,  
Christiansen & Co., Hamburg, an die Forschungsstelle für  
Brandschutztechnik. (Siehe Anhang Nr. 1).
- [8] Brief vom 26.8.69 des Fachnormenausschusses Materialprüfung  
an die Forschungsstelle für Brandschutztechnik. (Siehe  
Anhang Nr. 2).
- [9] Feuerlösch-Kreiselpumpen.  
DIN 14 420, Juni 1961.

- [10] Hinrichs, B.R.: Untersuchungen an Feuerlösch-Schläuchen II.  
Weisbrod & Seifert GmbH., Weinheim/Bergstr., 1969.
  
- [11] Werkstoff-, Bauelemente- und Geräteprüfung.  
Normalklimate.  
DIN 50 014, Dez. 1959.
  
- [12] Prüfung von Kautschuk und Elastomeren.  
Statistische Auswertung von Meßergebnissen.  
DIN 53 598/1, Juli 1967.

Tabelle 1. Variation der Einflußgrößen bei den Versuchen

Einstellgröße	Zahl der Einstellungen
Längsgeschwindigkeit	2
Quergeschwindigkeit	2
Körnung des Schmirgelbandes	3
Anpreßkraft	2
Innendruck im Schlauch	2
Breite des Schmirgelbandes	1
Faserstaubentfernung	1
trockene bzw. nasse Probe	1

Tabelle 2. Längs- und Quergeschwindigkeiten bei den Versuchen

Getriebe- einstellung	Geschwindigkeit [m/min]		Verhältnis Längs-/ Querge- schwindig- keit	Weg in Schlauch- längsrich- tung bei 1 Drehung [m]	Zahl der Doppel- hübe pro Minute [1/min]	Zahl der Schlauch- umdrehg. pro Minute [1/min]	
	Quer	Längs					
9	5	26,9	21,4	1,26	0,24	35,2	113,6
9	1	5,74	4,55	1,26	0,24	7,5	24,2
3	5	26,9	2,17	12,5	2,34	35,2	11,5
3	1	5,74	0,46	12,5	2,34	7,5	2,5

Tabelle 3. Untersuchte Schlauchmuster der Größe C 52.  
Die Schläuche B 1 und B 2, C 1 und C 2 sowie D 1  
D 2 sind jeweils bis auf die Beschichtung identisch

Kennwort	B e s c h r e i b u n g
A	Kunststoff-Folien-Schlauch
B 1	Schlauch aus Kunstfasergewebe, beschichtet
B 2	Schlauch aus Kunstfasergewebe, unbeschichtet
C 1	Schlauch aus Kunstfasergewebe, beschichtet
C 2	Schlauch aus Kunstfasergewebe, unbeschichtet
D 1	Schlauch aus Kunstfasergewebe, beschichtet
D 2	Schlauch aus Kunstfasergewebe, unbeschichtet



Tabelle 4. Einzelwerte  $x_i$ , Anzahl  $n$  der Einzelwerte, Mittelwerte  $\bar{x}$ , Variationskoeffizient  $v$  und relative halbe Weite  $\epsilon$  des Vertrauensbereiches ( $P = 95\%$ ) aus Vergleichsuntersuchungen.  $\bar{x}_i$  = Zahl der Doppelhübe bis zum Platzen des Schlauches. Einstellung in der Reihenfolge: Getriebe Quer, Getriebe Längs, Körnung, Innendruck, Anpreßkraft

Schlauch Einstellung	Einzel- werte $x_i$	Statistische Auswertung nach DIN 53 598/1			
		$n$	$\bar{x}$	$v$ [%]	$\epsilon$ [%]
Kunstfasergewebe, beschichtet 5/5/40/8/12	507	5	543	3,8	4,7
	546				
	584				
	553				
	559				
Kunstfasergewebe, beschichtet 3/5/100/5/12	444	4	466	5,2	8,2
	447				
	479				
	493				
Kunstfasergewebe, beschichtet 3/5/40/5/12	224	5	239	6,7	8,3
	226				
	238				
	241				
	264				
Kunstfasergewebe, beschichtet 3/5/40/5/3	453	5	495	9,4	11,7
	574				
	482				
	472				
	495				
Kunstfasergewebe, beschichtet 9/1/40/5/12	60	5	63	6,4	7,9
	58				
	68				
	65				
	64				
Kunstfasergewebe, beschichtet 9/1/40/5/3	156	5	143	9,1	11,3
	147				
	141				
	122				
	150				

Tabelle 4. (Fortsetzung)

Schlauch Einstellung	Einzel- werte $x_i$	Statistische Auswertung nach DIN 53 598/1			
		n	$\bar{x}$	$v$ [%]	$\epsilon$ [%]
Kunstfasergewebe, beschichtet 9/1/100/5/12	137 121 106 146 145	5	131	13,1	16,3
Kunstfasergewebe, beschichtet 9/1/100/5/3	363 376 370 296 323	5	346	10,0	12,4
Kunstfasergewebe, beschichtet 6/3/40/5/12	154 154 158 140 148	5	151	4,7	5,8
Kunstfasergewebe, beschichtet 6/3/40/5/3	369 348 261 349 369	5	339	13,2	16,4
Kunststoff-Folie 3/5/100/5/12	1635 1278 1424 1411	4	1437	10,3	16,3
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 3/5/40/5/12	236 244 205 285 227	5	239	12,3	15,2
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 3/5/40/5/3	488 470 427 464 440	5	458	5,3	6,6

Tabelle 4. (Fortsetzung)

Schlauch Einstellung	Einzel- werte $x_i$	Statistische Auswertung nach DIN 53 598/1			
		n	$\bar{x}$	$v$ [%]	$\epsilon$ [%]
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 3/5/100/5/12	426 430 377 350 348	5	386	10,3	12,8
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 3/5/100/5/3	595 684 632 687 638	5	647	6,0	7,4
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 9/1/40/5/12	49 59 52 49 49	5	52	8,4	10,4
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 9/1/40/5/3	131 145 145 150 162	5	147	7,6	9,4
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 9/1/100/5/12	93 95 113 124 111	5	107	12,2	15,1
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 9/1/100/5/3	216 211 204 208 159	5	200	11,6	14,4
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 6/3/100/5/12	191 184 185 215 231	5	201	10,4	12,9
Kunstfasergewebe, unbeschichtet 6/3/40/5/3	230 229 207 239	4	226	6,0	9,6

Tabelle 5. Zusammenhang zwischen Zahl der Doppelhübe DH, Zahl der Schlauchumdrehungen U und der Scheuerdauer t für die einzelnen Getriebeeinstellungen. Es ist  $U = DH \cdot a$ ,  $t = DH \cdot b$  in Sekunden

Getriebeeinstellung		a	b [s]
Quer	Längs		
9	5	3,23	1,71
9	1	3,23	8,03
3	5	0,33	1,71
3	1	0,33	8,03

Tabelle 6. Scheuerbeständigkeit der einzelnen Schlauchmuster unter verschiedenen Versuchsbedingungen bei einem konstanten Verhältnis von Längs- zu Quergeschwindigkeit. Aufgeführte Kenngröße ist die Zahl der Doppelhübe bis zum Platzen des Schlauches. Einstellung in der Reihenfolge: Getriebe Quer, Getriebe Längs, Innendruck, Körnung, Anpreßkraft

Einstellung:					A	B 1	B 2	C 1	C 2	D 1	D 2
9	5	8	40	12	298	200	51	77	83	80/85*	26/26*
9	1	8	40	12	241	139/ 191*	40	64	57	63/65/ 85*	22/23*
9	5	8	60	12	291	277	59	153	71	97	48
9	1	8	60	12	269	295	49	121	87	77	46
9	5	8	100	12	568	253	112	242	135	195	98
9	1	8	100	12	288	335	115	181	128	170	97
9	5	8	40	3	814	538	138	241	148	180	55
9	1	8	40	3	513	530	89	164	134	140	45
9	5	8	60	3	830	720	166/ 188*	248/ 282*	318	349	180
9	1	8	60	3	861	618	116	227	217	249	154
9	5	8	100	3	1063	532	342	370	372	442	297
9	1	8	100	3	833	436	253	329	223	324	280
9	5	5	40	12	351	99	69	129	49	144	36
9	1	5	40	12	315	85	73	101	42	120	31
9	5	5	60	12	526	184	110	177	82	164	45
9	1	5	60	12	354	166	94	132	68	139	51
9	5	5	100	12	681	331	158	286	120	261	132
9	1	5	100	12	404	245	156	217	115	212	138
9	5	5	40	3	1455	411	197	286	125	308	213
9	1	5	40	3	1145	380	208	230	88	295	168
9	5	5	60	3	1271	409	272	418	199	359	204
9	1	5	60	3	1035	414	241	325	146	286	178
9	5	5	100	3	1416	513	446	543	303	507	342
9	1	5	100	3	1181	707	451	492	287	462	308

\* Mehrere Versuche bei gleicher Einstellung

Tabelle 7. Scheuerbeständigkeit der einzelnen Schlauchmuster unter verschiedenen Versuchsbedingungen bei einem konstanten Verhältnis von Längs- zu Quergeschwindigkeit. Aufgeführte Kenngröße ist die Zahl der Doppelhübe bis zum Platzen des Schlauches. Einstellung in der Reihenfolge: Getriebe Quer, Getriebe Längs, Innendruck, Körnung, Anpreßkraft

Einstellung:					A	B 1	B 2	C 1	C 2	D 1	D 2
3	5	8	40	12	808	536	219	337	297	216/ 226*	122
3	1	8	40	12	701	508	232	247/ 288	338	234	118
3	5	8	60	12	760	758	247	502	389	264	209
3	1	8	60	12	844	729	230	404	468	248	223
3	5	8	100	12	871	902	393	578	367	620	339
3	1	8	100	12	1465	902	358	461	457	586	341
3	5	8	40	3	1592/ 1799*	1340	466	729	657	527	187
3	1	8	40	3	1397	1565	342	481	628	449	176
3	5	8	60	3	1557/ 2226*	2488	499	830	786	810	522
3	1	8	60	3	1451	2036	584	668	635	731	583
3	5	8	100	3	2132	1137	888	783	797	952	479
3	1	8	100	3	1948	1200	682	650	615	907	530
3	5	5	40	12	830	349	322	515	242	356	207
3	1	5	40	12	1006	398	299	483	226	361	183
3	5	5	60	12	860	503	481	488	368	463	264
3	1	5	60	12	1258	573	399	500	270	319	226
3	5	5	100	12	1123	625	526	827	414	567	450
3	1	5	100	12	1540	593	528	722	343	574	387
3	5	5	40	3	2554	1029	563	856	399	626	329
3	1	5	40	3	2163	1076	804	764	443	608	330
3	5	5	60	3	2410	964	975	1066	692	617	428
3	1	5	60	3	2163	1021	993	1074	454	655	409
3	5	5	100	3	2750	1510	1583	1234	858	1141	671
3	1	5	100	3	2340	1259	1188	1281	615	1101	685

\* Mehrere Versuche bei gleicher Einstellung

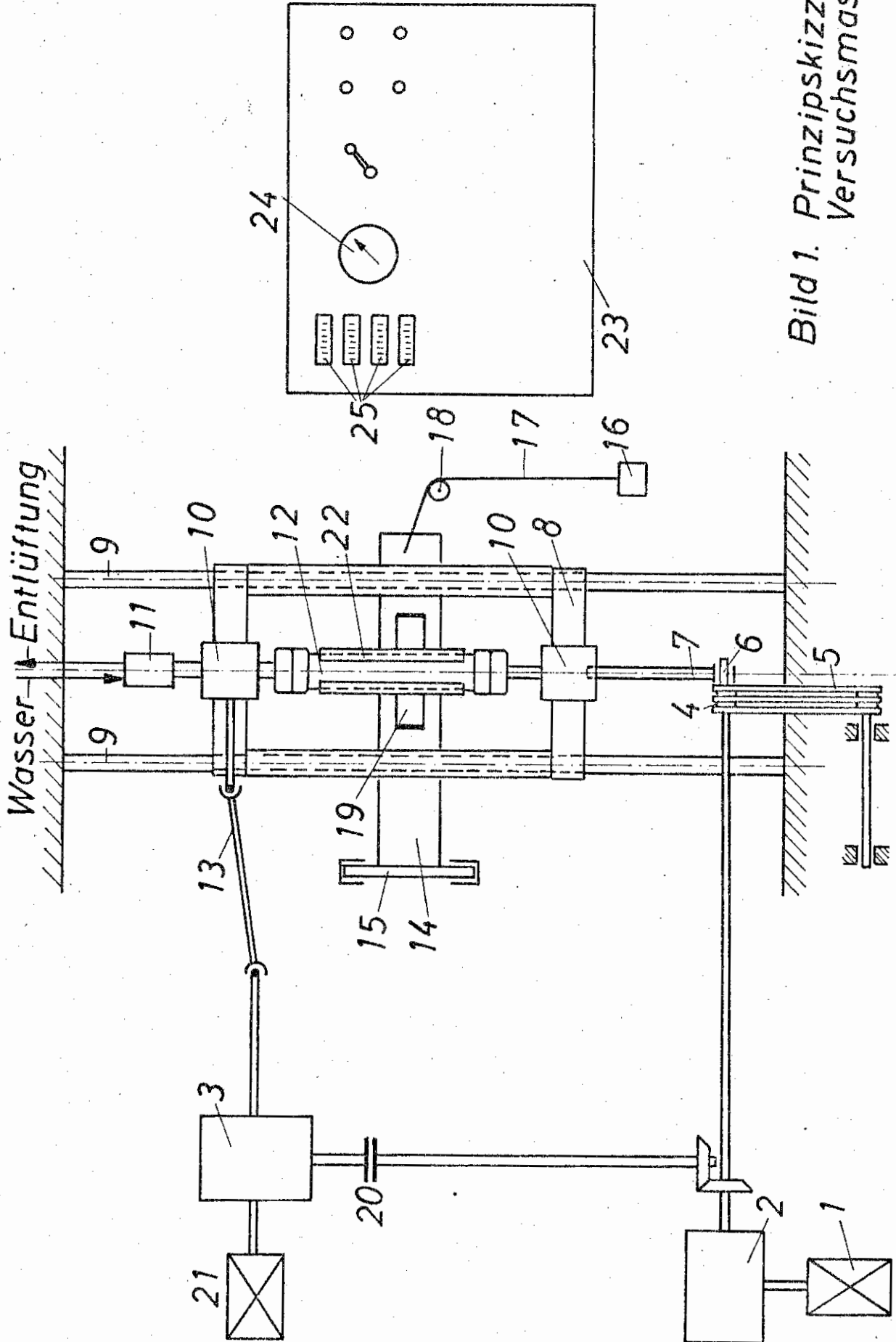


Bild 1. Prinzipskizze der Versuchsmaschine

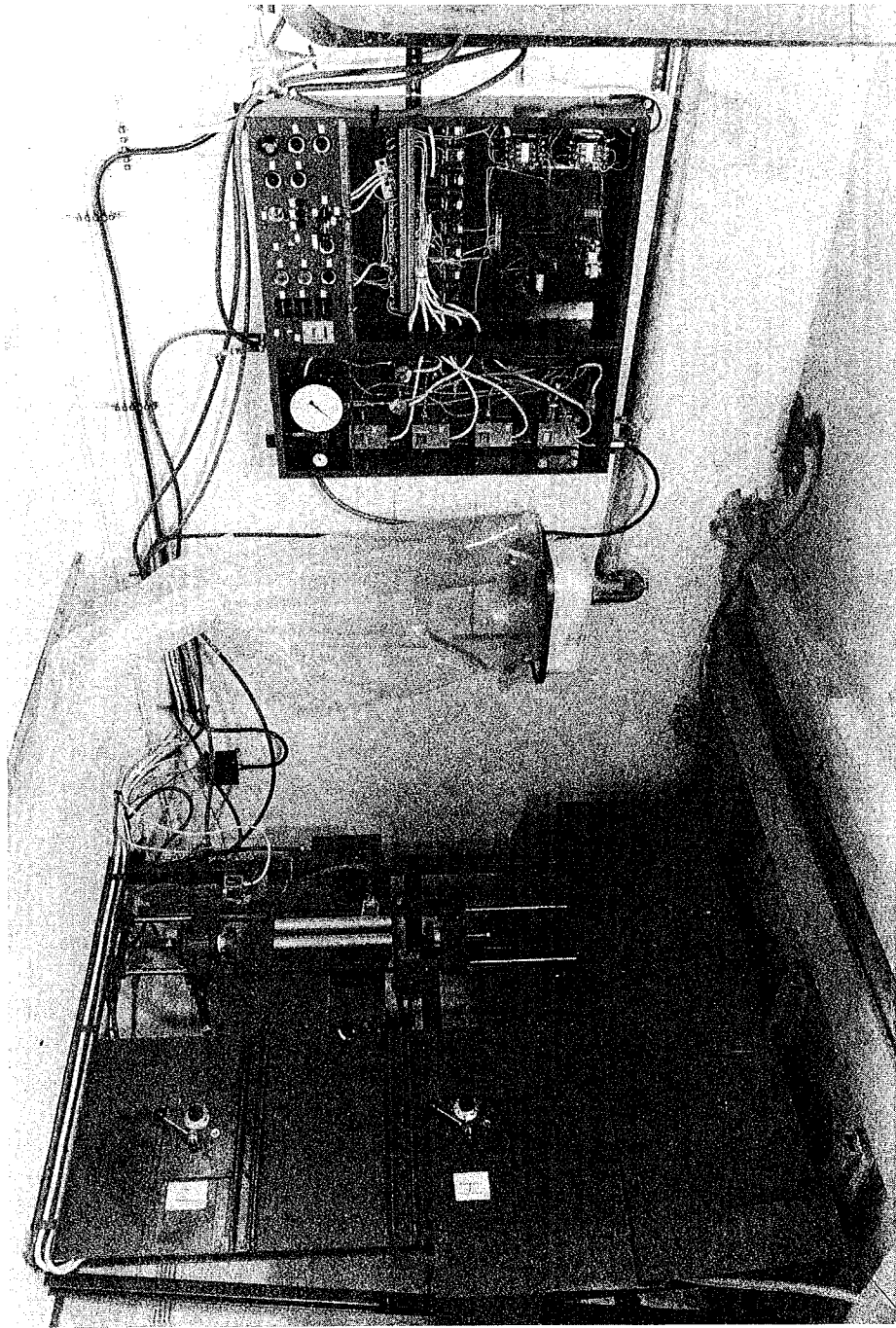


Bild 2. Scheuermaschine.



Anhang Nr. 1

Abschrift

Brief der Norddeutschen Schleifmittel-Industrie, Christiansen & Co., Hamburg, vom 25.8.69 an die Forschungsstelle für Brandschutztechnik

Betrifft: Ihr Schreiben vom 21.8.69 Wtb/J.

Sehr geehrte Herren!

Für den uns übermittelten Auftrag danken wir Ihnen verbindlich. Unsere Bestätigung folgt gesondert.

Schleifmittel werden in langen Fabrikationsbahnen hergestellt. Der Ihnen zu liefernde Korundkörper blau Type KCII hat als Unterlage ein Köpergewebe mit der Fadenstellung 23/10 24/42. Für das Material wird als Grundierleim Hautleim verwendet, es wird dann mit Korund (Al 2 O 3) bestreut, die Nachleimung ist ebenfalls Hautleim. Die Korngröße ist genormt nach den Vorschriften der FEPA = Fédération Européenne des Fabricants de Products Abrasifs - Europäischer Dachverband der Schleifmittel-Hersteller.

Die durchschnittliche Korngröße der Körnung 40 = 420 my, Korn 60 = 250 my, Korn 100 = 149 my. Das gestreute Schleifkorn hat einen Toleranzbereich nach den Vorschriften für Siebanalysen, wie sie die FEPA vorsieht.

Die Verwendung von Baumwollgewebe und Hautleim, das sind natürliche Rohstoffe, bringen es mit sich, daß das Endprodukt geringe Schwankungen aufweisen kann. In unserem Haus werden sämtliche Rohstoffe einer scharfen Wareneingangskontrolle unterzogen. Es gibt bestimmte Toleranzen in denen sich die Rohstoffe bewegen können. Auch die Art der Fabrikation kann geringe

Toleranzen im Bindemittel und Kornauftrag mit sich bringen. Auch diese Schwankungen werden gemessen und kontrolliert. In jedem Fall ist es so, daß die einzelnen Fabrikationen geringfügig unterschiedlich ausfallen können, so daß wir nicht die absolute Gewähr dafür übernehmen, daß Sie bei einer Nachlieferung genau 100%ig das gleiche Material bekommen wie bei der Vorlieferung. Wenn eine Fabrikationsserie aufgebraucht ist, wird die nächste aufgelegt, so daß theoretisch jeder Auftrag aus einer anderen Fabrikationsserie ausgeliefert wird.

Bei Nachbestellungen genügt es, wenn Sie lediglich die Typenbezeichnung und Körnung angeben. Sie erhalten dann ein Schleifmittel innerhalb der geschilderten geringen Schwankungen, wobei wir glauben, daß wir diese Schwankungen auf Grund unserer genauen Kontrollen recht gut im Griff haben.

Mit freundlichen Grüßen

Norddeutsche Schleifmittel-Industrie  
Christiansen & Co.

gez. Unterschriften

Anhang Nr. 2

Abschrift

Brief des Fachnormenausschusses Materialprüfung im Deutschen Normenausschuss - DNA, Dortmund, vom 26. August 1969 an die Forschungsstelle für Brandschutztechnik

Betr.: DIN 53 863

Sehr geehrter Herr Dr. Seeger!

Auf Ihre Anfrage zur Gleichmäßigkeit von Scheuermitteln kann ich Ihnen leider nur mitteilen, daß die bestehenden Schwierigkeiten immer noch nicht behoben sind und es kaum zu erwarten ist, Schleifkörnungen als Pulver oder auf Schleifgeweben mit gleicher Angriffsschärfe zu erhalten.

Ich sende Ihnen als Anlage einige Normen, DIN 51 963 und DIN 53 516, über die Verschleißprüfung, aus denen Sie entnehmen können, wie die Gleichmäßigkeit solcher Scheuermittel überwacht wird. Dabei empfehle ich, vor allem DIN 53 516 zu beachten.

Es wurde inzwischen mit der Firma

Vereinigte Schmirgel- und Maschinenfabriken AG.

3 Hannover-Hainholz  
Siegmundstr. 17

vereinbart, daß für diese Norm auf einige Jahre hinaus Schmirgelbogen aus einer größeren Produktion gleicher Körnung und gleicher Herkunft mit gleicher Angriffsschärfe als Schleifmittel zur Verfügung gestellt werden. Für maßgebliche Versuche hält

sich die Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), 1 Berlin 45, Unter den Eichen 87, einen Vorrat an solchen Schmirgelbogen, die dort noch einmal vergleichend geprüft werden. Ich empfehle Ihnen, sich gegebenenfalls direkt mit Herrn Dipl.-Chem. N.Steiner, BAM, in Verbindung zu setzen.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr

gez. Unterschrift

Anlagen

DIN 51 963

DIN 53 516